

COMUNE DI SASSO MARCONI

PROVINCIA DI BOLOGNA

OGGETTO – Esecuzione di indagini geofisiche per la classificazione sismica dei suoli presso gli edifici pubblici:

- 1) ASILO NIDO GRIMALDI - Via Porrettana, 471
- 2) ISTITUTO AGRARIO FERRARINI e SCUOLA DI MUSICA TORELLI (VILLA PUTTE) - Via Ponte Albano, 43

finalizzate all'esecuzione di verifiche tecniche su edifici compresi nel programma ex art. 2, comma 2, O.P.C.M. 3362/2004 e s.m.i. – annualità 2005, di cui alla delibera della giunta regionale n. 936 del 23/06/2008

RELAZIONE GENERALE

COMMITTENTE: **Comune di Sasso Marconi (BO)**

settembre '09

Dott. Geol. Francesco Dettori

Studio di Geologia Tecnica e Ambientale

INDICE

1. PREMESSA	3
2. AZIONE SISMICA	3
3. INDAGINE GEOFISICA - MISURA DIRETTA DI V_s	5
3.1 METODOLOGIA REMI	5
4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E LITOSTRATIGRAFICO DELL'AREA	6
5. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DA UN PUNTO DI VISTA SISMICO	10
5.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE: DEFINIZIONE DELLA ZONA SISMICA A LIVELLO COMUNALE	10
5.2 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE: DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE E DELLE CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	10
5.2.1 ASILO NIDO GRIMALDI - VIA PORRETTANA, 471	11
5.2.2 ISTITUTO AGRARIO FERRARINI e SCUOLA DI MUSICA TORELLI (VILLA PUTTE) - VIA PONTE ALBANO 43	12
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	13



1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Sasso Marconi si è eseguito lo studio delle condizioni geologiche e di risposta sismica locale dei suoli su cui ricadono alcuni edifici pubblici comunali, nell'ambito del "Programma delle verifiche tecniche e piano degli interventi di adeguamento e miglioramento sismico previsto all'art. 1, comma 4, lettera c) dell'O.P.C.M. 3362/2004 e s.m.i. (annualità 2005). Gli edifici sono l'ASILO NIDO GRIMALDI e l'ISTITUTO AGRARIO FERRARINI e SCUOLA DI MUSICA TORELLI (VILLA PUTTE).

In conformità e nel rispetto di tutte le disposizioni di legge e normative vigenti in materia, per ogni sito in oggetto si è definita la **pericolosità sismica di base** attraverso la misura della velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di terreno; ciò ha consentito la **classificazione sismica del sito** e l'indicazione della categoria di appartenenza.

Per determinare le suddette caratteristiche sono stati raccolti tutti i dati e le informazioni precedentemente acquisiti in occasione di indagini di settore o per la predisposizione di strumenti di pianificazione, tra cui cartografie (topografiche, geologiche, geomorfologiche, ecc.) e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche esistenti. Il presente lavoro è stato completato per mezzo di prospezioni di *sismica passiva* a bassa risoluzione mediante le metodologie RE.MI. (Refraction Microtremor).

2. AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "**pericolosità sismica di base**" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria **A**) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $Se(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Secondo le nuove NTC (2008), le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri (per terreno rigido orizzontale):

a_g accelerazione orizzontale massima,

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di a_g , F_0 e T_c^* sono forniti in tabella per i 10751 punti in cui è suddiviso il territorio nazionale (elencati secondo longitudine e latitudine).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3 (NTC/2008). In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC/2008).

Le categorie di sottosuolo sono le seguenti:

A) Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di **V_{s30} superiori a 800 m/s**, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B) Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di **V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s** (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).



C) Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di **Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s** (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D) Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di **Vs30 inferiori a 180 m/s** (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_u,30 < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E) Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

A queste si aggiungono altre due categorie (**S1 e S2**) per cui è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno. Tali categorie sono descritte di seguito:

S1) Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_u,30 < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2) Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti (casi reali piuttosto frequenti nel nostro Appennino).

Quando si opera in presenza di sottosuoli di categoria S1 o S2 l'azione sismica deve essere descritta mediante accelerogrammi.

La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente **Vs 30** di propagazione delle onde di taglio, misurata fino alla profondità H compresa tra il piano d'imposta delle fondazioni e il tetto della formazione rigida di base avente velocità di propagazione delle onde di taglio $V_s > 800$ m/s (substrato di riferimento). Qualora il tetto del substrato di riferimento si trovi ad una profondità dal piano d'imposta delle fondazioni superiore a 30 m, si assume comunque $H = 30$ m.

La velocità equivalente delle onde di taglio V_{S30} è definita mediante l'equazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{si}}} (m/s)$$

Nei casi in cui la determinazione diretta della velocità V_s non sia disponibile, la classificazione si effettua in base ai valori del numero equivalente di colpi NSPT(30) dello Standard Penetration Test, nei terreni prevalentemente a grana grossa, e della resistenza non drenata equivalente $c_u(30)$, nei terreni prevalentemente a grana fina.



3. INDAGINE GEOFISICA – MISURA DIRETTA DI V_s

Nel D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni” la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata.

Nel presente elaborato il valore di V_s 30 è stato misurato direttamente mediante la prospezione sismica passiva in superficie usando tecniche ad array (Re.Mi). Ciò ha consentito di ottenere un profilo di V_s continuo con la profondità. Per meglio interpretare le diverse registrazioni effettuate al fine di ottenere la stratigrafia sismica si è consultata la seguente documentazione:

- cartografia topografica di dettaglio (tavole topografiche 1:25.000, CTR 1:5.000, carte comunali 1:2.000) da utilizzare come supporto per i rilievi e per la restituzione dei risultati;
- cartografia geologica (Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo 1:10.000 e sintesi alla scala 1:25.000, cartografie allegata a strumenti di pianificazione, cartografie per progetti particolari);
- cartografia dei dissesti conosciuti (Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo 1:10.000 e Inventario del dissesto 1:25.000, cartografie allegata a strumenti di pianificazione, perimetrazioni aree a rischio, cartografie per progetti particolari);
- risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche esistenti.

Gran parte del materiale consultato è stato raccolto dal sito del “Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli” della Regione Emilia-Romagna. Utile è stata poi la consultazione del PTCP della Provincia di Bologna, del PSC e del POC comunale. Ove possibile, la stratigrafia è stata affinata dalla consultazione di indagini geognostiche (prove penetrometriche, carotaggi, scavi, ecc.) eseguite sul territorio con diverse finalità. A tal proposito si ringrazia ditta Prove Penetrometriche srl di Castelnuovo R.(MO) che ha messo a disposizione i dati.

3.1 METODOLOGIA REMI

La prospezione sismica Refraction Microtremor, nota con la sigla ReMi, consente di misurare le velocità delle onde di taglio tramite geofoni verticali che acquisiscono i segnali dei microtremori rifratti ambientali. Ciò permette di ricostruire il profilo verticale delle V_s con procedimenti di modellazione diretta delle velocità di fase delle onde relative ai rumori sismici locali, rifratte alla superficie.

Nell'approccio teorico si utilizzano le onde superficiali di Rayleigh per la determinazione dei parametri di comportamento meccanico dei terreni a bassi livelli di deformazione, modulo di taglio e coefficiente di smorzamento, e si basa sulle proprietà dispersive che queste onde subiscono durante l'attraversamento di tali terreni.

Le onde di Rayleigh costituiscono un particolare tipo di onde superficiali che si trasmettono sulle superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo, e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione “P” e di taglio “S”. In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo dispersivo e vengono definite di pseudo-Rayleigh o di superficie. La dispersione è una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza, le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore.

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde Rayleigh, $Velocità/frequenza$ può essere convertito mediante opportuno software in profilo $Velocità/profondità$.

La metodologia permette di raggiungere livelli di profondità generalmente compresi fra 1/4 e 1/3 della lunghezza dello stendimento dei geofoni.

$$(Esempio: Profondità = \frac{Lunghezza\ stendimento}{4 \rightarrow 3} = \frac{metri\ 120}{4 \rightarrow 3} = \frac{metri\ 30}{4 \rightarrow 3} \rightarrow 40)$$



Lo studio analitico del metodo ReMi consente di operare favorevolmente in ambienti fortemente inquinati da rumori urbani e/o industriali.

Una volta determinate le velocità delle onde di taglio fino alla massima profondità raggiunta, si calcola una media pesata dei valori delle Vs di ogni strato per una profondità di 30 metri dal piano campagna e con tale parametro è possibile catalogare il sito nella classe di riferimento dell'Ordinanza in oggetto.

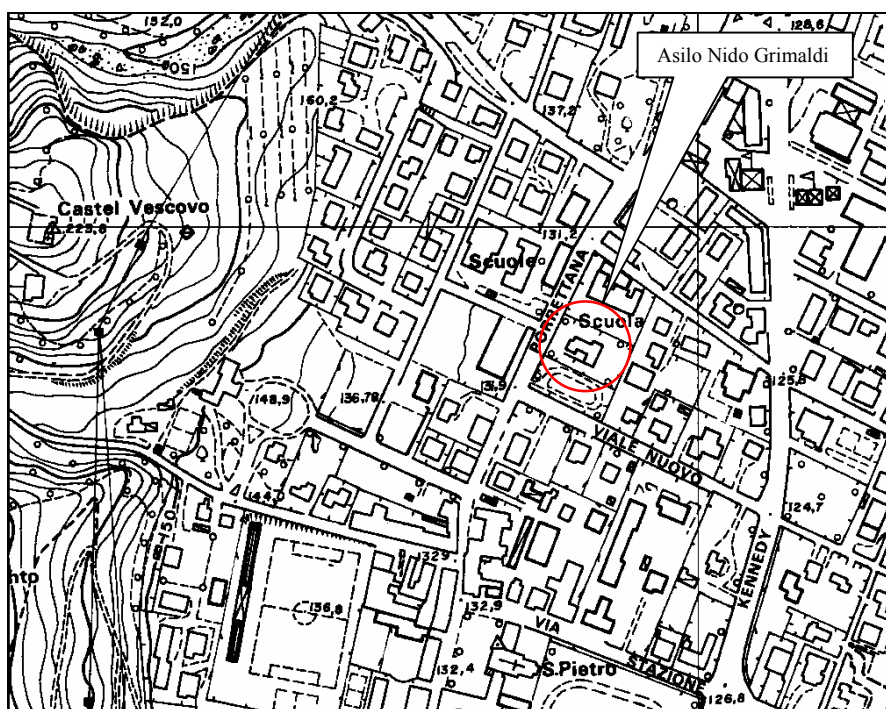
La modalità operativa prevede l'utilizzo di 24 geofoni verticali con frequenza naturale di 14 Hz fissati al terreno ad intervalli regolari di 5 metri per una lunghezza complessiva dello stendimento pari a 115 metri.

In questa campagna di indagini i dati sono stati registrati mediante un sismografo ABEM (Seistronix) RAS 24 con filtri disinseriti, velocità di campionamento (sample rate) di 2 millisecondi e lunghezza delle acquisizioni di 30 secondi. Complessivamente sono stati registrati 10 files ad intervalli irregolari nell'arco di circa 1 ora di tempo.

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E LITOSTRATIGRAFICO DELL'AREA

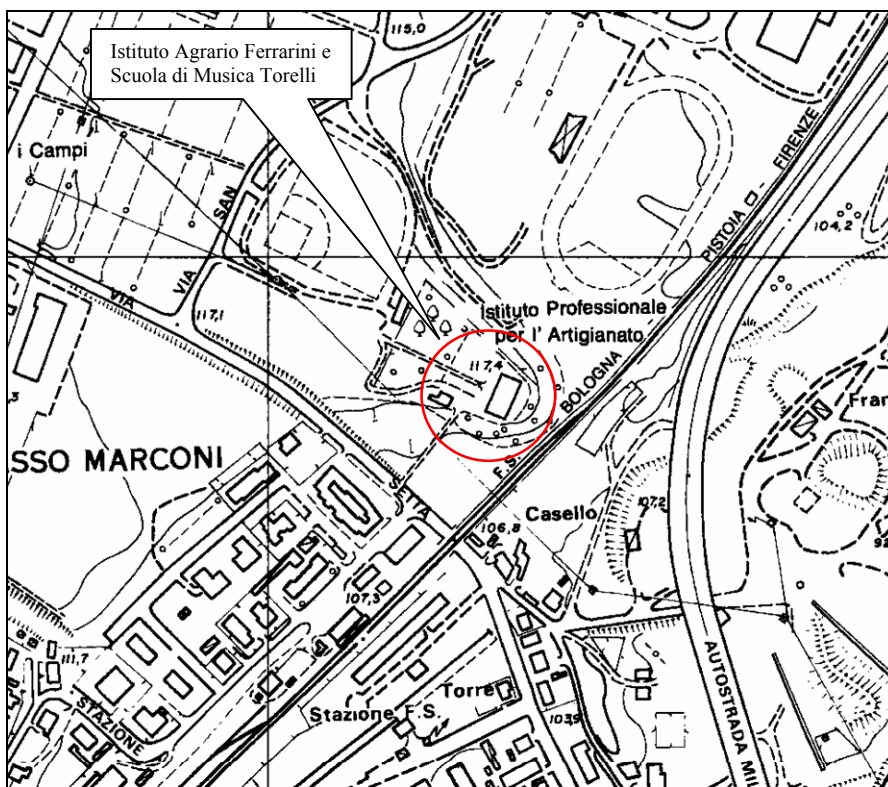
I siti da indagare ricadono all'interno del territorio comunale di Sasso Marconi. L'Asilo Nido Grimaldi è ubicato nel centro abitato mentre l'Istituto Agrario Ferrarini e la Scuola di Musica Torelli sono ubicate in zona periferica a est del centro.

Dal punto di vista cartografico l'Asilo Nido è compreso nell'Elemento della C.T.R. 237031 denominata "Sasso Marconi Ovest" in scala 1:5.000; l'Istituto Agrario ricade nell'Elemento della C.T.R. 237044 denominato "Sasso Marconi Est" in scala 1:5.000 (figure sottostanti).



C.T.R. 237031 - "Sasso Marconi Ovest" scala 1:5.000





C.T.R. 237044 - "Sasso Marconi Est" scala 1:5.000

L'abitato di Sasso Marconi poggia in gran parte su terreni di origine fluviale, costituenti diversi ordini di terrazzi alluvionali di materiale perlopiù grossolano. Il materasso alluvionale è stato creato e successivamente messo in luce dall'erosione del corso d'acqua del Fiume Reno, con il contributo (non trascurabile) di apporti di sedimenti dai corsi d'acqua affluenti di sinistra (Rio Buio e Rio Gemmese).

L'Asilo Nido Grimaldi è posto nella parte alta di un terrazzo di sinistra del fiume ad una quota topografica di circa 130 m s.l.m. L'Istituto Agrario poggia su un ordine di terrazzo inferiore, a 117,4 m, sempre a sinistra del fiume. Le scarpate che dividono i vari ordini di terrazzamento sono ormai impercettibili e la **morfologia** è pressoché pianeggiante con una leggera pendenza in direzione ENE. Solo nei pressi dell'attuale letto fluviale si evidenziano scarpate di terrazzo fluviale, in parte interrotte da trasformazioni di origine antropica. Un esempio lampante si ha in corrispondenza dell'Istituto Agrario: qui l'edificio si dispone su una superficie pianeggiante che forma quasi un promontorio, alto una decina di metri, sul vecchio letto del Fiume Reno oggi ubicato più a est.

Dal punto di vista **geologico e litologico** l'abitato di Sasso Marconi è caratterizzata dall'affioramento di una litologia di superficie dominante, formata da depositi alluvionali appartenenti alla Successione del Margine Appenninico Padano (neogenico-quadernaria). In prevalenza si tratta di materiali sedimentati dai corsi d'acqua, le cui classi granulometriche sono comprese tra quelle delle argille e quelle delle ghiaie.

Dal confronto tra alcuni elaborati di penetrometrie e carotaggi della zona, entrambi gli edifici di Sasso Marconi ricadono su depositi limoso-argillosi e sabbiosi. A poca profondità (già da 2,5 m, in alcuni punti) compaiono lenti di ghiaia con sabbia che si alternano a livelli di materiale più fine. Le granulometrie alluvionali quaternarie si succedono frequentemente raggiungendo uno spessore totale di 8/12 m.



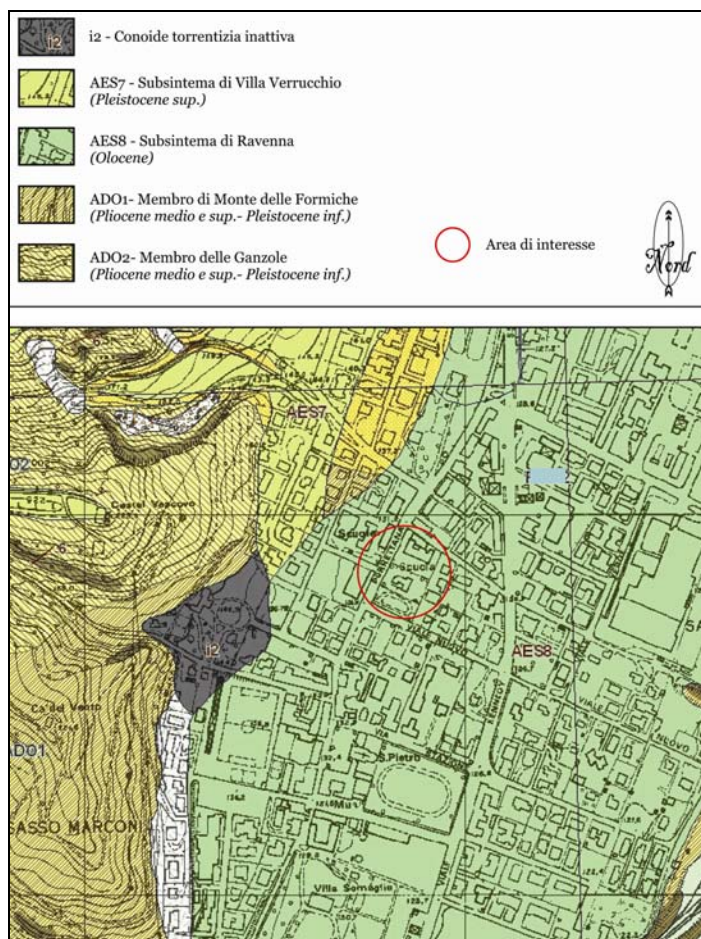
Il substrato roccioso sovraconsolidato è costituito dalla Formazione di Monte Rumici (Membro di Cà di Mazza) e dalla Formazione di Monte Adone, due Unità Geologiche di età pliocenica.

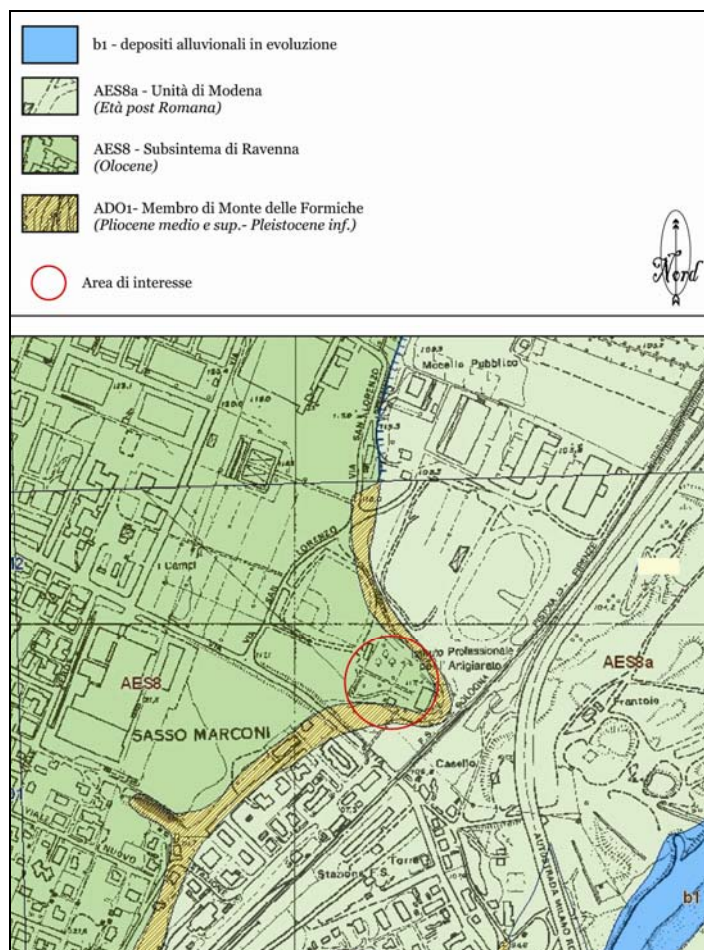
Il Membro di Cà di Mazza è costituito da argille spesso sabbiose alternate a sabbie ed arenarie; la stratificazione è da sottile a molto spessa e sono presenti livelli a macrofossili (Gasteropodi e Lamellibranchi) addensati ("panchine"). Sono presenti intercalazioni di ghiaie e conglomerati in strati spessi e molto spessi a geometria tabulare e lenticolare.

Monte Adone è una Unità costituita da prevalenti arenarie con abbondante matrice siltoso-argillosa, alternate a peliti sabbiose con stratificazione da sottile a spessa, a geometria tabulare e lenticolare. Sono presenti corpi grossolani con geometria sia tabulare che lenticolare, con stratificazione incrociata concava e superfici e docce erosive e intervalli a macrofossili (Lamellibranchi, Gasteropodi e Scafopodi). La cementazione è da media a scarsa, spesso differenziale con presenza di "cogoli" generalmente allineati sub parallelamente alla stratificazione.

Le discontinuità litologiche e stratigrafiche, sia della copertura alluvionale che del substrato roccioso, si sono tradotte in una stratigrafia sismica, nei primi 30/35 m di profondità, che si differenzia parecchio nei due punti analizzati. Come si vedrà di seguito, ciò non ha comportato differenziazioni nel valore di risposta sismica globale del terreno.

Di seguito si riportano le Carte Geologiche tratte dal CARG della Regione Emilia-Romagna (scala grafica su base topografica CTR 1:10.000).





LEGENDA

Depositi quaternari continentali

i2 - Conoide torrentizia inattiva Depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallecole trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, attualmente non soggetti ad evoluzione.

b1 - Deposito alluvionale in evoluzione Ghiaie, talora embricate, sabbie e limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale; detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti eterometrici ed eterogenei, talora arrotondati, in matrice sabbiosa, allo sbocco di impluvi e valli secondarie. Sono talora fissati da vegetazione (b1a).

Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

AES8 - Subsistema di Ravenna Nei settori intravallivi ghiaie passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite superiore dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore erosivo sui depositi marini e alluvionali sottostanti. Subsistema contenente una unità a limiti inconformi di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo in pianura di 25 metri circa. *Pleistocene sup. - Olocene (14 ka - attuale; datazione 14C).*

AES8a - Unità di Modena Nei settori intravallivi ghiaie prevalenti organizzate in 2 ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite superiore sempre affiorante dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intra Spessore massimo in pianura 7 metri, nel sottosuolo circa 10m. *Età post-romana (IV-VI sec. d.C. - Attuale; datazione archeologica).*

AES7 - Subsistema di Villa Verucchio Ghiaie sovrastate da limi più o meno sabbiosi, organizzate in alcuni ordini di terrazzi intravallivi. Al tetto suoli non calcarei di colore bruno scuro, sovrastanti altri suoli non calcarei. Il fronte di alterazione è spesso complessivamente fino a 2 m circa. Allo sbocco vallivo del Torrente Sillaro ghiaie prevalenti spesse sino ad una decina di metri, al tetto è presente un suolo non calcareo di colore bruno scuro rossastro spesso fino a 2 m. Limite inferiore erosivo e discordante sui sottostanti depositi marini. Spessore massimo di 70 m circa nel sottosuolo della pianura. *Pleistocene sup. (per posizione stratigrafica).*



■ **ADO2 - Formazione di Monte Adone - membro delle Ganzole** Areniti fini e subordinate peliti sabbiose bioturbate in strati da medi a molto spessi; geometria tabulare, cuneiforme e concava. La comparsa di livelli pelitici oltre a rendere più marcata ed evidente la stratificazione, permette di cartografare una litofacies pelitico-arenacea (ADO2a) di transizione verso le sovrastanti FAA. Localmente distinta una litofacies arenaceo-conglomeratica (ADO2c). Talora presenti livelli di peliti grigio scure. Macrofossili concentrati in letti. Potenza massima di circa 650m. *Pliocene medio e sup. - Pleistocene inf.?*

■ **ADO1 - Formazione di Monte Adone - Membro di Monte Mario** Areniti e subordinati conglomerati in strati da medi a molto spessi con stratificazione tabulare, obliqua a grande scala e localmente cuneiforme. Nell'area del Foglio 238 livelli centimetrici di peliti. Potenza da poche decine di metri a circa 350 m. *Pliocene medio e sup. - Pleistocene inf.?*

■ **RUM2 - Formazione di Monterumici - membro di Cà di Mazza** Argille, spesso sabbiose, sabbie e arenarie in strati da sottili a molto spessi, di colore grigio, giallastre se alterate; dove gli strati sono poco evidenti, sono presenti livelli a macrofossili (Gasteropodi e Lamellibranchi) addensati ("panchine"). Intercalazioni di ghiaie e conglomerati in strati spessi e molto spessi a geometria tabulare e lenticolare. Nelle peliti possono localmente essere presenti livelli di gesso selenitico. Contatto inferiore transizionale su RUM1. Potenza fino a 300 m. *Pliocene inf.*

5. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DA UN PUNTO DI VISTA SISMICO

5.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE: DEFINIZIONE DELLA ZONA SISMICA A LIVELLO COMUNALE

La pericolosità sismica di un territorio si identifica mediante il valore di accelerazione di picco al suolo (a_g). Per ogni territorio comunale italiano è definito mediante l'OPCM n. 3519/2006, che stabilisce i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone". La sismicità di un'area dipende dalle sorgenti sismogenetiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti. Da queste caratteristiche deriva il moto di input atteso, per il calcolo del quale non sono valutate le caratteristiche locali e il territorio è considerato uniforme, cioè pianeggiante e costituito da suolo rigido in cui la velocità di propagazione delle onde S è maggiore di 800 m/s (suolo A dell'Eurocodice 8, dell'OPCM 3274/2003 e del DM 14/9/2005). Secondo tale classificazione il Comune di Sasso Marconi ricade in **classe 3**, indicativa di zona a **bassa pericolosità sismica**. In riferimento alle "Norme Tecniche" contenute nell'OPCM 3274/2003, il valore di a_g/g (accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico) corrispondente alla classe 2 è pari a **0,15**.

Per la valutazione della pericolosità sismica di base si può fare riferimento alla tabella 2 dell'Allegato A4 della DAL della Regione Emilia-Romagna n. 112 del 2.5.2007 in cui sono riportati i valori di accelerazione massima orizzontale al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) per ogni Comune della Regione. Secondo tale classificazione il Comune di Sasso Marconi presenta un valore $a_g/g = 0,162$.

5.2 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE: DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE E DELLE CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per la riduzione del rischio sismico del territorio con riferimento alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14.1.2008), si è eseguito uno studio per la valutazione della risposta sismica locale intesa come **azione sismica** quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido. Le modifiche sopra citate corrispondono a "effetti stratigrafici" ed "effetti topografici".

Come detto la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Gli **effetti topografici** sono legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla



focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV):

<i>Categoria</i>	<i>Caratteristiche della superficie topografica</i>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suddette categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

5.2.1 ASILO NIDO GRIMALDI – VIA PORRETTANA, 471

Nel presente sito, la caratterizzazione sismica del terreno è stata condotta mediante l'utilizzo della metodologia Re.Mi. Si è realizzato uno stendimento da 115 m di lunghezza ubicato come in figura (immagine tratta da Google Earth).



Il calcolo della V_{s30} è stato eseguito sia a partire dal piano di campagna (dove sono stati posizionati i geofoni) sia tenendo conto di una fondazione diretta impostata a 1,5 m di profondità.

La categoria di sottosuolo indicata tiene conto delle velocità delle onde di taglio a partire dalla quota di imposta delle fondazioni, così come previsto dalle normative.

I rilievi effettuati hanno dato i seguenti risultati.

	S1
Vs(0,0-30,0)	483,6 m/s
Vs(1,5-31,5)	529,8 m/s
Categoria sottosuolo (1,5-31,5)	B

Dalle indagini svolte il sito appartiene alla categoria di **sottosuolo B**.

Sulla base delle caratteristiche topografiche al contorno dell'area e della classificazione contenuta nelle NTC (Tab. 3.2.IV), il sito di interesse appartiene alla **categoria T1** corrispondente a "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

Tutti gli elaborati e le verifiche, compreso il profilo sismico, compaiono in allegato.

5.2.2 ISTITUTO AGRARIO FERRARINI e SCUOLA DI MUSICA TORELLI (VILLA PUTTE) - VIA PONTE ALBANO 43

Nel presente sito, la caratterizzazione sismica del terreno è stata condotta mediante l'utilizzo della metodologia Re.Mi. Si è realizzato uno stendimento da 115 m di lunghezza ubicato come in figura (immagine tratta da Google Earth).



Il calcolo della Vs30 è stato eseguito sia a partire dal piano di campagna (dove sono stati posizionati i geofoni) sia tenendo conto di una fondazione diretta impostata a 1,5 m di profondità.

La categoria di sottosuolo indicata tiene conto delle velocità delle onde di taglio a partire dalla quota di imposta delle fondazioni, così come previsto dalle normative.

I rilievi effettuati hanno dato i seguenti risultati.

	S1
Vs(0,0-30,0)	571,0 m/s
Vs(1,5-31,5)	606,9 m/s
Categoria sottosuolo (1,5-31,5)	B



Dalle indagini svolte il sito appartiene alla categoria di **sottosuolo B**.

La morfologia della scarpata fluviale nell'intorno dell'edificio è riconducibile a quella dei pendii scoscesi isolati o anche a superfici con larghezza in cresta molto inferiore alla base. Tuttavia, relativamente agli effetti topografici, nelle normative è specificato che "Le suesposte categorie topografiche (T2, T3, T4) si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m." Nel caso in oggetto la scarpata ha un dislivello di circa 10/12 m, quindi, sulla base delle caratteristiche topografiche al contorno dell'area e della classificazione contenuta nelle NTC (Tab. 3.2.IV), il sito di interesse appartiene alla **categoria T1** corrispondente a "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

Tutti gli elaborati e le verifiche, compreso il profilo sismico, compaiono in allegato.

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base dei dati emersi dall'elaborazione delle indagini in sito e in relazione alle verifiche eseguite, si riportano le seguenti categorie di suolo di fondazione e topografiche:

	Categoria suolo di fondazione	Categoria topografica
<i>ASILO NIDO GRIMALDI</i>	B	T1
<i>ISTITUTO AGRARIO FERRARINI e SCUOLA DI MUSICA TORELLI (VILLA PUTTE)</i>	B	T1

Modena, 15/09/2009

Dott. Geol. Francesco Dettori



ALLEGATI

1 - elaborati Asilo Nido Grimaldi	RE.MI
2 - elaborati Istituto Agrario Ferrarini e Scuola di Musica Torelli	RE.MI



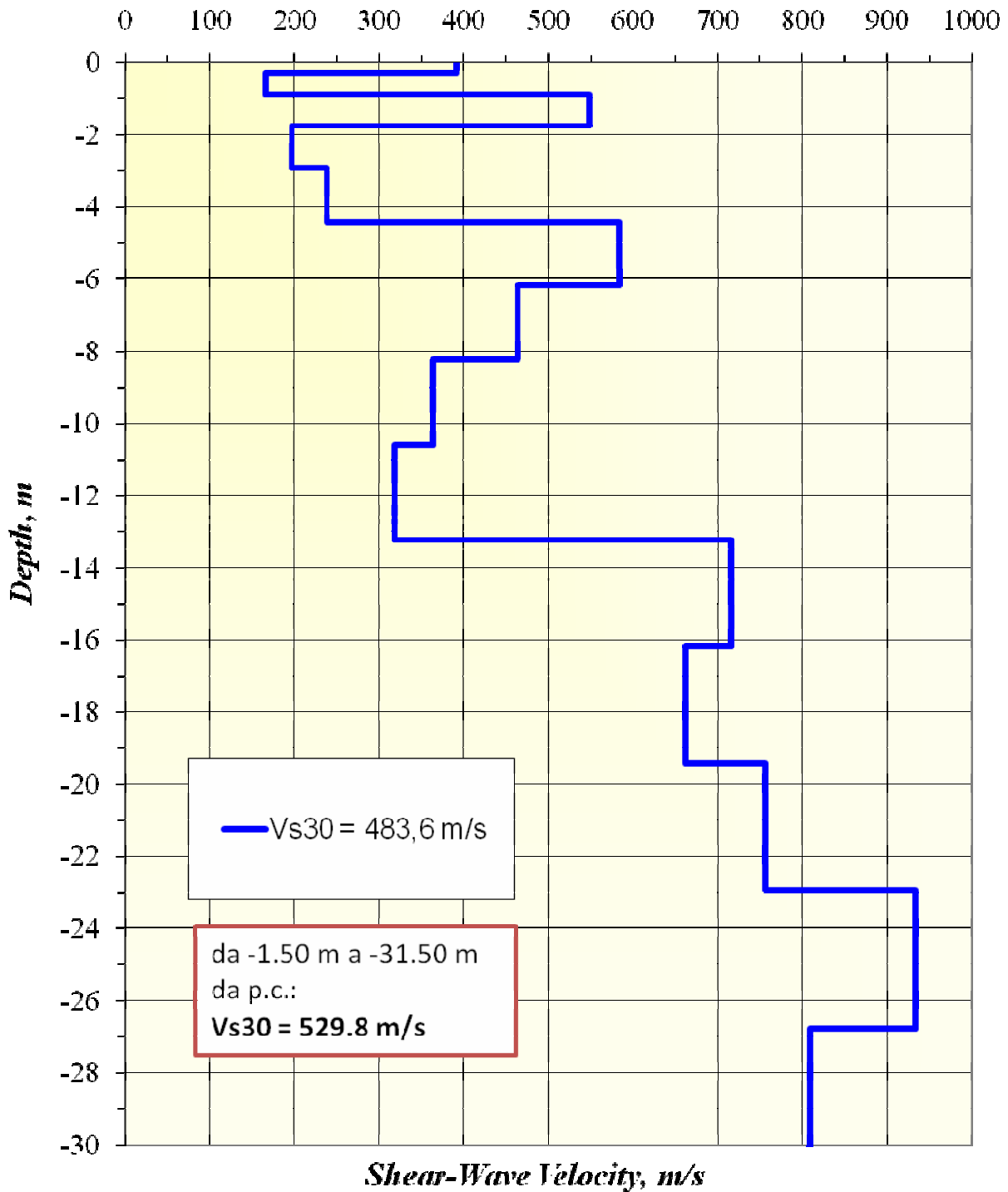
ALLEGATO 1

elaborati Asilo Nido Grimaldi



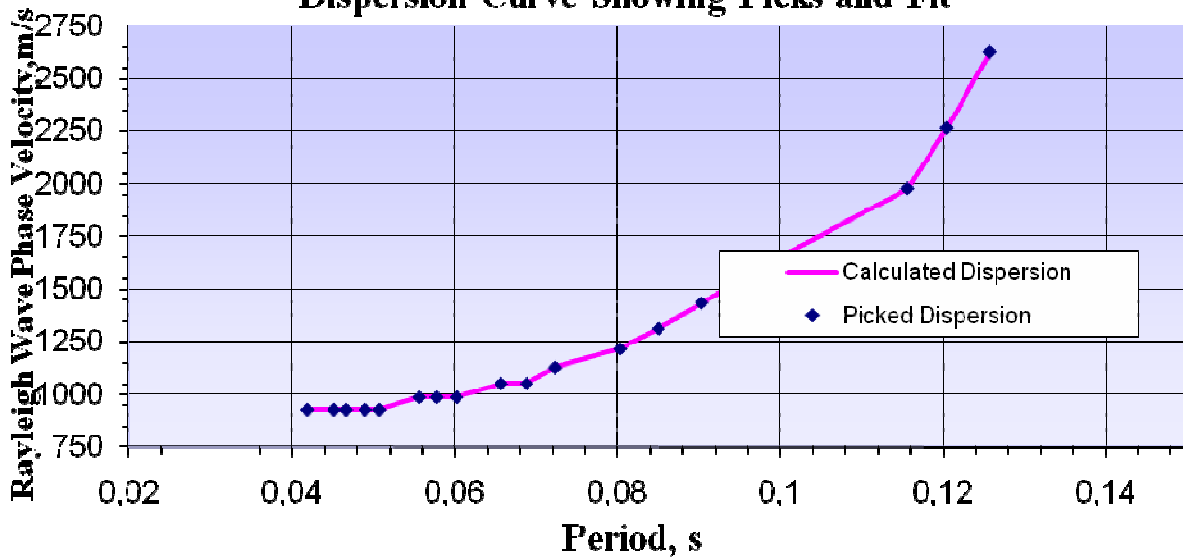
Comune di Sasso Marconi (BO) - Via Porrettana - Asilo Angela Grimaldi -

28/07/09 - Vs Model

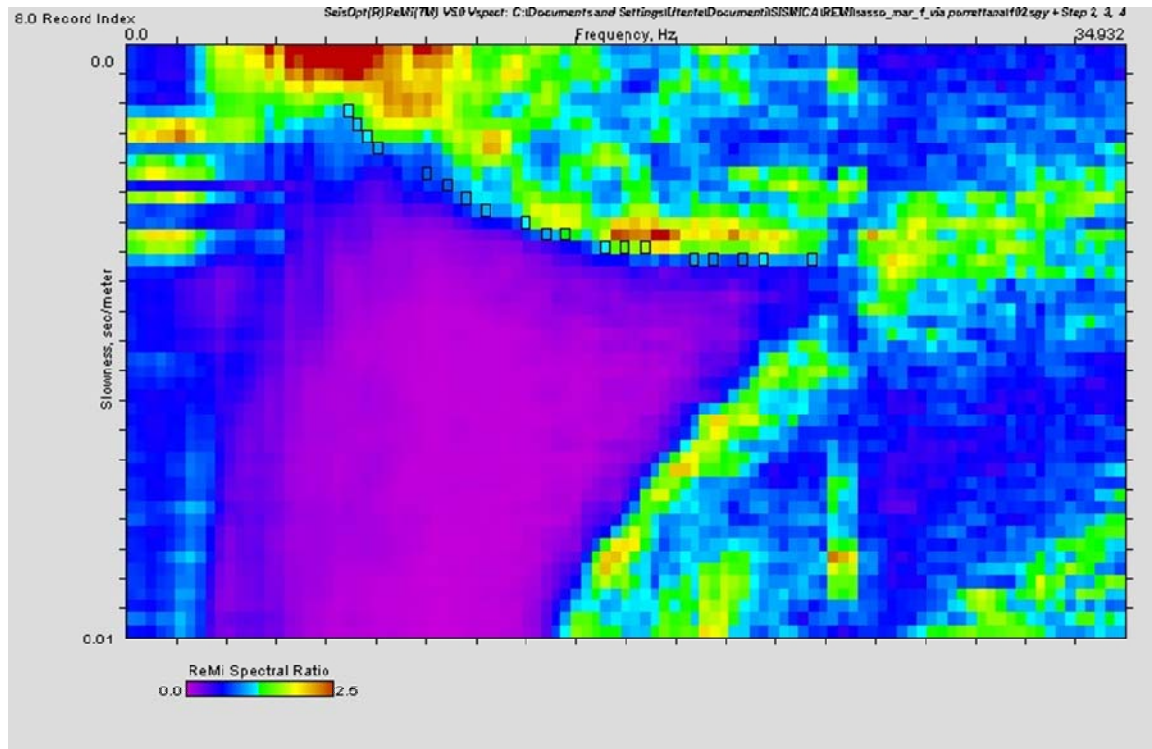


*Comune di Sasso Marconi (BO) - Via Porrettana - Asilo Angela Grimaldi -
28/07/09 - Dispersion Model*

Dispersion Curve Showing Picks and Fit



p-f Image with Dispersion Modeling Picks

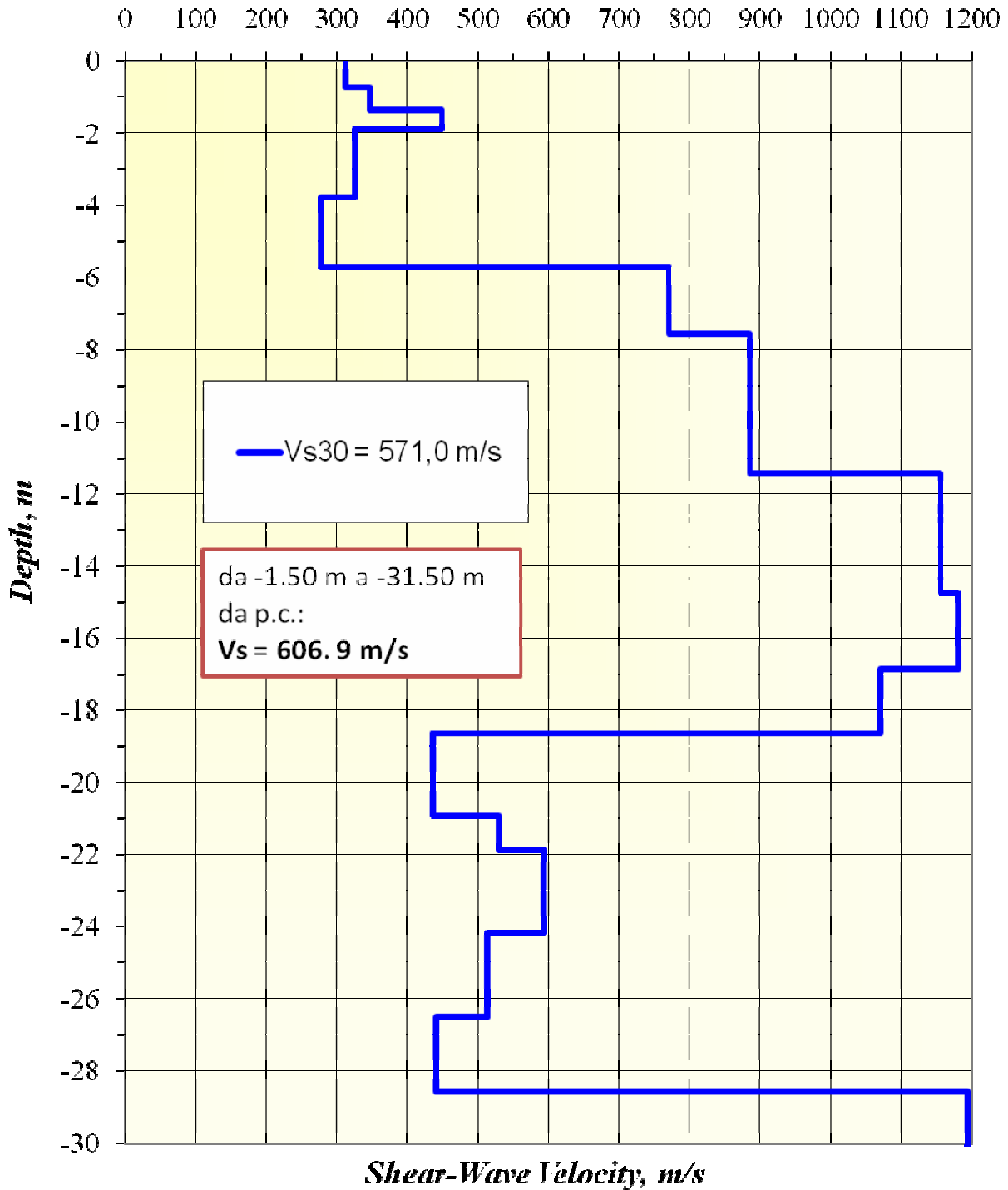


ALLEGATO 2

elaborati Istituto Agrario Ferrarini e Scuola di
Musica Torelli

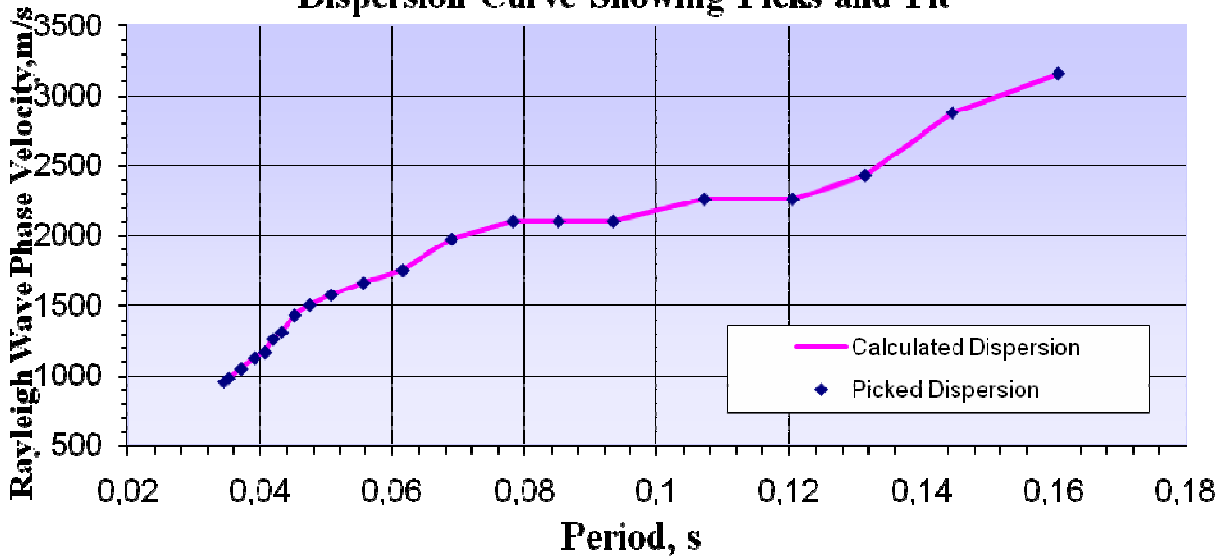


*Comune di Sasso Marconi (BO) - Via Ponte Albano - Istituto Agrario -
28/07/09 - Vs Model*



*Comune di Sasso Marconi (BO) - Via Ponte Albano - Istituto Agrario -
28/07/09 - Dispersion Model*

Dispersion Curve Showing Picks and Fit



p-f Image with Dispersion Modeling Picks

